

Vietnam Journal of Marine Science and Technology; Vol. 19, No. 3B; 2019: 149–162

DOI: <https://doi.org/10.15625/1859-3097/19/3B/14522>

<https://www.vjs.ac.vn/index.php/jmst>

Application of satellite images and VNREDSAT-1 images in study on marine environment in Truong Sa region

Do Huy Cuong^{*}, Bui Thi Bao Anh, Nguyen Xuan Tung, Nguyen The Luan, Le Dinh Nam, Pham Duc Hung, Nguyen Thi Nhan, Tran Xuan Loi

Institute of Marine Geology and Geophysics, VAST, Vietnam

^{*}E-mail: dhcuong@imgg.vast.vn

Received: 25 July 2019; Accepted: 6 October 2019

©2019 Vietnam Academy of Science and Technology (VAST)

Abstract

The remote sensing images, including images of MODIS, VNREDSAT-1 and altimeter, are applied for researching marine environment with the different resolutions. On the basis of different time remote sensing images, we concentrated on the assessment of several characteristics including the SST, chlorophyll-a concentration and sea surface current at the different depths in different monsoons as well. With the large areas, we used the images of MODIS and altimeter. The detailed research area focuses on the Nam Yet island, and the images of VNREDSAT-1 are used. The analysis method of environmental parameters of SST and chlorophyll-a used the regression functions based on the single and combined bands to enhance the accuracy of the analysis result. The marine parameters collected at different depths in the latest field surveys on Truong Sa archipelago in the years of 2015 and 2018 are presented in this paper. On the basis of these parameters, we can analyse the relationships and compare the real field survey data and corresponding results interpreted from remote sensing images.

Keywords: Remote sensing image, marine environment, sea surface temperature (SST), chlorophyll-a concentration, sea current.

Citation: Do Huy Cuong, Bui Thi Bao Anh, Nguyen Xuan Tung, Nguyen The Luan, Le Dinh Nam, Pham Duc Hung, Nguyen Thi Nhan, Tran Xuan Loi, 2019. Application of satellite images and VNREDSAT-1 images in study on marine environment in Truong Sa region. *Vietnam Journal of Marine Science and Technology*, 19(3B), 149–162.

Ứng dụng tư liệu ảnh vệ tinh và ảnh VNREDSAT-1 trong nghiên cứu môi trường biển khu vực Trường Sa

Đỗ Huy Cường*, Bùi Thị Bảo Anh, Nguyễn Xuân Tùng, Nguyễn Thế Luân, Lê Đình Nam, Phạm Đức Hùng, Nguyễn Thị Nhân, Trần Xuân Lợi

Viện Địa chất và Địa vật lý biển, Viện Hàn lâm Khoa học và Công nghệ Việt Nam, Việt Nam

*E-mail: dhcuong@imgg.vast.vn

Nhận bài: 25-7-2019; Chấp nhận đăng: 6-10-2019

Tóm tắt

Với mục đích ứng dụng ảnh vệ tinh trong nghiên cứu môi trường biển với các độ phân giải khác nhau bao gồm ảnh MODIS, VNREDSAT-1 và các ảnh viễn thám đo cao vệ tinh. Chúng tôi tập trung vào đánh giá một số đặc điểm môi trường bao gồm nhiệt SST, Chlorophyll-a và dòng chảy tầng mặt theo mùa cũng như theo độ sâu với các ảnh đa thời gian có được. Khu vực nghiên cứu theo diện rộng sử dụng ảnh MODIS ảnh đo cao vệ tinh bao phủ vùng biển Trường Sa, trong đó khu vực nghiên cứu chi tiết tập trung vào vùng biển xung quanh đảo Nam Yết sử dụng ảnh VNREDSAT-1. Phương pháp phân tích các tham số môi trường nhiệt SST và Chlorophyll-a sử dụng các hàm hồi quy trên cơ sở sử dụng đơn kênh cũng như phối hợp các kênh ảnh làm tăng độ chính xác của phép phân tích. Các tham số môi trường biển thu thập được trên các chuyến khảo sát mới nhất tại khu vực quần đảo Trường Sa các năm 2015 và 2018 theo diện và theo mặt cắt cũng được trình bày trong bài báo này. Trên cơ sở đó có thể phân tích các mối quan hệ và đối sánh các kết quả đo thực tế và phân tích từ ảnh vệ tinh.

Từ khóa: Ảnh vệ tinh, môi trường biển, nhiệt độ mặt biển, hàm lượng Chlorophyll-a, dòng chảy.

MỞ ĐẦU

Các ảnh viễn thám quang học đã được sử dụng rất rộng rãi trong lĩnh vực nghiên cứu màu đại dương (ocean color) nói chung và môi trường biển nói riêng. Trong bài báo này, chúng tôi tập trung vào ứng dụng các ảnh đa phổ bao gồm các ảnh MODIS, VNREDSAT-1 và ảnh đo cao vệ tinh trong việc nghiên cứu trường nhiệt mặt biển SST và chlorophyll-a cũng như một số đặc trưng biến đổi theo độ sâu của chúng, sự phân bố dòng chảy tầng mặt khu vực Trường Sa và lân cận. Với các kết quả đo thực tế của các chuyến thực địa tại khu vực Trường Sa, cũng như số liệu tại các trạm khí tượng thủy văn hiện có trong khu vực nghiên cứu. Các số liệu này là căn cứ của các tham số đầu vào

trong quá trình tính toán các tham số môi trường biển từ các dạng tư liệu ảnh viễn thám khác nhau. Trong phạm vi bài báo này, chúng tôi sẽ trình bày các nội dung liên quan đến phương pháp tính toán, số liệu sử dụng, các số liệu đo tham số cũng như các kết quả chuyên đề liên quan đến các bản đồ về môi trường tính toán được từ tư liệu ảnh viễn thám khu vực Trường Sa.

Khu vực nghiên cứu có tọa độ địa lý là: Vĩ độ từ 7°30'N đến 17°00'N, kinh độ từ 105°40'E đến 117°00'E.

Các số liệu được biểu thị theo mạng lưới theo kích thước mắt lưới $0,008^\circ \times 0,008^\circ$ (kinh độ, vĩ độ). Mạng lưới này tương ứng với độ phân giải mặt đất của tư liệu MODIS.

TỔNG QUAN SỐ LIỆU MÔI TRƯỜNG BIỂN HIỆN CÓ TRONG KHU VỰC NGHIÊN CỨU

Trong khu vực nghiên cứu, chúng tôi đã sử dụng tối đa các nguồn số liệu thu thập được của các nhà khoa học trong và ngoài nước, bao gồm các kết quả đã nghiên cứu về các tham số hải văn chính của khu vực nghiên cứu như khí tượng, nhiệt độ, độ muối, hàm lượng Chlorophyll-a, dòng chảy tại vùng biển Việt Nam và kế cận. Các bản đồ khí tượng thủy văn biển của Việt Nam trong nhiều năm. Nguồn số liệu bổ sung cho toàn vùng nghiên cứu được trích dẫn từ Trung tâm Lưu trữ Dữ liệu Vật lý biển PODAAC, Cục Hàng không Vũ trụ Hoa Kỳ NASA, Trung tâm dữ liệu biển Nhật Bản, các nguồn số liệu gốc và các số liệu tổng hợp đã được khảo sát tại khu vực quần đảo Trường Sa và lân cận hiện đang được lưu trữ tại Viện Địa chất và Địa vật lý biển trong khoảng thời gian từ năm 1991 đến năm 2018.

Các số liệu đo tham số được tham khảo theo chương trình SEAFDEC có các nhà khoa học Trung Quốc, Nhật Bản, Thái Lan, Malaysia, Việt Nam tham gia theo chương trình hợp tác phát triển nghề cá bền vững trong khu vực APEC- khuôn khổ hợp tác kinh tế khu vực Châu Á - Thái Bình Dương trong lĩnh vực sử dụng ảnh vệ tinh để dự báo và giám sát nguồn lợi các biển.

Số liệu đo tham số của Viện Hải dương học Viễn Đông Nga (POI) trong khuôn khổ hợp tác giữa IMGG và POI.

Số liệu đo tham số theo các chuyến khảo sát của tàu SONE - Cộng hoà Liên bang Đức.

THU THẬP TƯ LIỆU ẢNH VIỄN THÁM VÀ KẾT QUẢ ĐO THAM SỐ MÔI TRƯỜNG

Chúng tôi đã tiến hành thu thập số liệu ảnh MODIS trong 12 tháng của năm 2018, các ảnh được lựa chọn theo 2 tiêu chuẩn là phần lớn khu vực nghiên cứu không có mây che phủ; mỗi tháng lựa chọn 3 cảnh đặc trưng (chọn ảnh trung bình 8 ngày). Thu thập 1 cảnh VNREDSAT-1 của khu vực các đảo Nam Yết ngày 23 tháng 5 năm 2018. Ảnh viễn thám đo cao vệ tinh (altimeter) theo mùa năm 2014 và năm 2015.

Các tuyến đo tham số môi trường tự động theo các tuyến đo bố trí xung quanh các đảo Nam Yết. Các vị trí đo được tiến hành liên tục với thời gian nhanh nhất để đảm bảo đo được quy luật phân bố các tham số môi trường và tiến độ khảo sát đã đề ra. Thông thường tại mỗi điểm đo thời gian khảo sát theo độ sâu cả theo chiều lên và xuống là khoảng 10 phút, thời gian đo mỗi tuyến khoảng từ 3 h đến 5 h tùy theo chiều dài tuyến và số lượng điểm trên mỗi chuyến đo. Một số vị trí tuyến có dòng chảy mạnh, chúng tôi tiến hành đo lặp theo thời gian (sáng và chiều hoặc tối). Các tham số đo lường này cho phép đánh giá mức độ biến đổi các tham số môi trường theo ngày, đêm cũng như xác định quy luật biến đổi và phân bố của chúng.

Máy đo tham số môi trường biển bao gồm nhiệt độ, Chlorophyll-a, Chlorophyll-flu, độ muối, độ đục, PH, độ dẫn điện và dòng chảy và cài đặt các tham số đo tự động, các tham số liên quan đến chế độ đo gồm có đặt thời gian ghi số liệu rời rạc, chúng tôi chọn thời gian là 0,1 s; số liệu lưu trữ dạng số thực, hiển thị số liệu tự động theo độ sâu. Các số liệu được ghi lại dưới dạng các bảng tham số biến động các dạng số liệu. Các số liệu này được ghi lại trong ổ cứng máy tính và được xử lý sơ bộ theo phần mềm chuyên dụng. Công việc truy xuất kết quả được xử lý tự động. Định dạng kết quả cũng như các file thuộc tính, chế độ ghi số liệu, chế độ hiển thị, hệ số tăng biên độ, hệ số dịch chuyển tham số và các hệ số phụ trợ hiển thị là lưu trữ số liệu được ghi lại chi tiết. Đưa vào file định dạng kết quả và thuộc tính hiển thị, công tác xử lý khôi phục số liệu môi trường được xử lý chính xác và nhanh chóng thuận lợi cho các bước xử lý định tính và định lượng sau này. Các phương pháp đo được thực hiện tại khu vực xung quanh các đảo Nam Yết.

PHƯƠNG PHÁP VIỄN THÁM TRONG NGHIÊN CỨU MÔI TRƯỜNG BIỂN

Nghiên cứu môi trường biển bằng ảnh viễn thám cần thông qua các đặc trưng quang phổ bức xạ, phản xạ từ môi trường nước biển. Do thành phần môi trường nước không đồng nhất đã tạo nên màu đại dương tương ứng với các dải quang khác nhau sẽ khác nhau, các yếu tố tạo nên sự bất đồng nhất có thể kể đến như diệp lục, vật chất trôi nổi, vật chất hữu cơ hoà tan,

vật chất ô nhiễm, độ sâu đáy biển và nhiều yếu tố khác; các tham số về môi trường như độ bằng phẳng mặt biển, sóng, nhiệt độ, độ muối, khí tượng biển cũng có những ảnh hưởng đáng kể; ngoài ra, các phương thức quan trắc, thời điểm quan trắc, thiết bị quan trắc... cũng tạo nên nhiều sự khác biệt.

Phương pháp hiệu chỉnh phổ theo các đặc trưng bức xạ

Đặc trưng phản xạ của mặt biển

Bức xạ mặt trời đến mặt biển, một phần được hấp thụ và một phần bị phản xạ trở lên trên. Khả năng phản xạ của mặt biển biến đổi theo độ cao mặt trời, theo trạng thái mặt biển (sóng to hay nhỏ) và cũng khác nhau đối với các thành phần trực xạ và tán xạ. Tuy nhiên theo nhiều công trình nghiên cứu khác nhau albedo trung bình mặt biển có giá trị rất nhỏ khoảng 5–6%. Ở vùng biển cận xích đạo albedo có giá trị khoảng 6%, nghĩa là đến 94% bức xạ mặt trời được biển hấp thụ. Khả năng phản xạ của mặt đất thường lớn hơn nhiều so với mặt biển [1].

Khu vực biển Nam Bộ và Trường Sa có hệ thống trạm khí tượng hải văn ven biển và trên các đảo của quần đảo Trường Sa như Trường Sa lớn, Nam Yết... Trong bài báo này chúng tôi sử dụng các số liệu của các trạm đo các yếu tố khí tượng Hải văn để tính toán tổng xạ mặt trời bằng công thức bán thực nghiệm (Prescott). Biểu thức tính toán có dạng:

$$Q = Q_0 \left(a + b \cdot \frac{S}{S_0} \right)$$

Trong đó: Q : Bức xạ tổng cộng tại mặt biển; Q_0 : Bức xạ mặt trời tại giới hạn trên khí quyển; S : Thời gian nắng hàng ngày; S_0 : Độ dài ngày thiên văn; a, b : Là hệ số thực nghiệm.

Trong khuôn khổ bài viết này chúng tôi chỉ áp dụng để tính toán tổng xạ cho vùng biển Nam Bộ và khu vực quần đảo Trường Sa [2].

Phương pháp hiệu chỉnh phổ bức xạ (Radiometric Calibration)

Việc hiệu chỉnh phổ là chuyển đổi giá trị số của ảnh sau khi nắn chỉnh phổ thành giá trị vật lý thực. Kết quả của việc hiệu chỉnh phổ là giá trị % phản xạ tại hai kênh thị tần và các kênh hồng ngoại nhiệt.

Thuật toán hiệu chỉnh phổ trên các kênh khả kiến [1]:

$$PO = S(c) * PI + I(c)$$

Trong đó: PO : Giá trị phần trăm phản xạ; PI : Giá trị pixel của ảnh; $S(c)$: Hệ số Slope của kênh c ; $I(c)$: Hệ số Intercept của kênh c .

Hai hệ số Slope $S(c)$ và Intercept $I(c)$ liên quan tới việc chuyển đổi giá trị đo d thành giá trị được định chuẩn r theo công thức $r = d * S(c) + I(c)$ (theo Wolfgang Meihl) và được thay bằng các tham số hiệu chỉnh của từng ảnh thu được. Đối với kênh thị tần, Slope và Intercept được NASA tính sẵn và cung cấp qua đường Internet.

Thuật toán hiệu chỉnh phổ trên các kênh nhiệt [1]:

$$PO = PlankEqn(Radiance)$$

$$Radiance = A(c) * E + B(c) * E^2 + D(c)$$

$$E = S(c) * PI + I(c)$$

Trong đó: PO : Giá trị pixel kết quả (độ K); PI : Giá trị số pixel ảnh chưa nắn (0–1023); $Radiance$: Giá trị bức xạ được nắn; $A(c)$, $B(c)$, $D(c)$: Các hệ số cho kênh c ; E : Bức xạ của pixel được tính; $S(c)$: Hệ số Slope của kênh c ; $I(c)$: Hệ số Intercept của kênh c ; $PlankEqn$: Phương trình Plank được tính như sau:

$$T = C_2 * v / \ln(1 + C_1 * v^3 / E)$$

Trong đó: v : Bước sóng trung tâm; E : Bức xạ tính bằng miliWatts; C_1 và C_2 : Hệ số quang phổ.

Sau bước tiền xử lý này chúng ta sẽ nhận được những bức ảnh cho giá trị phần trăm phản xạ (%) đối với các kênh nhìn thấy 1, 2 và giá trị nhiệt độ K đối với các kênh nhiệt. Kết quả này là dữ liệu số quan trọng cho việc tính toán nhiệt độ bề mặt nước biển cũng như các ứng dụng chuyên ngành khác.

Phương pháp lựa chọn kênh phổ tối ưu

Theo sự phát triển mạnh mẽ của công nghệ viễn thám, số lượng ảnh liên quan đến đối tượng nghiên cứu ngày càng nhiều. Một vấn đề luôn được đặt ra trong quá trình xử lý đó là làm

sao có thể lựa chọn được kênh và tổ hợp kênh tối ưu có thể thỏa mãn yêu cầu xử lý. Trong trường hợp số lượng tư liệu ảnh lớn, kích thước số liệu sẽ rất lớn, trong nhiều trường hợp gây ảnh hưởng lớn đến thời gian xử lý cũng như giới hạn về số chiều của phép xử lý. Để tăng tốc độ xử lý, ngoài việc phải nâng cấp các hệ thống phần cứng và phần mềm, chúng ta cần phải giảm bớt số lượng số liệu đầu vào. Để có thể nâng cao độ chính xác và hiệu quả trong xác định các thông tin thuộc tính của môi trường, tùy thuộc vào yêu cầu xử lý thực tế cần phải lựa chọn số liệu đầu vào tối ưu [3].

Hiệu chỉnh phổ bức xạ ảnh MODIS

Ảnh viễn thám được sử dụng trong nghiên cứu của chúng tôi có thời gian tương đồng với thời gian khảo sát tổng xạ của quang phổ mặt trời. Theo các tham số cường độ bức xạ đo đạc được ngoài thực địa, chúng tôi đã tiến hành hiệu chỉnh với độ chính xác cao cho ảnh thu được. Kết hợp với tài liệu khí tượng do Metadata đi kèm theo MODIS, số liệu tổng xạ của chúng tôi đo được có độ tương quan với số liệu tổng xạ

tính chuyển từ số liệu đo của vệ tinh tương đối cao, đạt $R = 0,92$. Trên cơ sở lấy giá trị trung bình của 3 h (trước và sau khi thu ảnh), giá trị cấp độ xám tính toán sau hiệu chỉnh tăng trung bình trên toàn vùng là $E = 3.248$, độ phân tán của số liệu hầu như không đổi.

Phương pháp xác định hàm lượng Chlorophyll-a theo tư liệu ảnh MODIS [2, 8] Phương pháp tỷ số ảnh

$$C_r = f\left(\frac{L_{\lambda i}}{L_{\lambda j}}\right) K_1 - K_2$$

Trong đó: C_r : Hàm lượng chlorophyll tương đối; $\frac{L_{\lambda i}}{L_{\lambda j}}$: Tỷ số kênh tương ứng với bước sóng λi và λj ; f : Hàm biến đổi; K_1, K_2 : Hệ số hồi quy.

Phương pháp phân tích nhiều kênh

Trong trường hợp sử dụng nhiều kênh phổ để xác định hàm lượng chlorophyll-a theo phương pháp hồi quy, hàm hồi quy có dạng [4]:

$$Chlorophyll - a(\lambda) = K_1 L_{\lambda}^1 + K_2 L_{\lambda}^2 + K_3 L_{\lambda}^3 + K_4 L_{\lambda}^4 + H_{\lambda}$$

Trong đó: L : Năng lượng bức xạ sau phân tích tổ hợp; K, H : Hệ số hàm hồi quy tính theo số liệu thực địa.

Phương pháp phân tích tổng hợp 2 kênh

Trong đề tài, chúng tôi đã sử dụng kết hợp 2 phương pháp trên để nâng cao độ chính xác của kết quả. Giá trị tỷ số ảnh cho phép giảm bớt sự ảnh hưởng của độ đục đối với kết quả chlorophyll-a. Hàm hồi quy có dạng như sau:

$$Chlorophyll - a = K_1 L_{555}^1 + K_2 L_{555}^2 + K_3 \frac{L_{670}}{L_{555}}$$

Các hệ số hồi quy được xác định theo kết quả đo tham số là: $K_1 = 0,00445$, $K_2 = 0,0000196$, $K_3 = -0,538$.

Phương pháp xác định nhiệt độ SST theo tư liệu MODIS [5, 6]

Giá trị nhiệt độ SST được tính theo số liệu thực nghiệm tham số môi trường, công thức như sau:

$$SST = a_1 + b_1 \times B1 + c_1(B1 - B2)$$

Trong đó: $B1, B2$ là hai kênh hồng ngoại nhiệt liên tiếp đã hiệu chỉnh.

Các hệ số hồi quy xác định được: $a_1 = 1,3581$; $b_1 = 0,1673$; $c_1 = 1,1006$.

Phương pháp xác định SST và Chlorophyll-a theo tư liệu ảnh VNREDSAT-1

Trong phạm vi bài báo này, chúng tôi sử dụng phương pháp phân tích theo tham số đo đặc thực tế kết hợp với tư liệu ảnh vệ tinh VNREDSAT-1. Hàm hồi quy được lựa chọn dưới dạng đa thức bậc 4 để tính trường nhiệt SST và Chlorophyll-a, trong đó X_{SST} và X_{Chl} là cấp độ xám của các kênh ảnh lựa chọn để tính trường nhiệt và Chlorophyll-a. Các giá trị $Y(SST.Landsat)$ và $Y(Chlorophyll-a.Landsat)$ là giá trị nhiệt và Chlorophyll-a theo kết quả tham số thực tế đo được.

$$Y(SST.Landsat) = a.X_{SST} + b.X_{SST}^2 + c.X_{SST}^3 + d.X_{SST}^4 + e$$

$$Y(\text{Chlorophyll-a.Landsat}) = a.X_{\text{Chl}} + b.X_{\text{Chl}}^2 + c.X_{\text{Chl}}^3 + d.X_{\text{Chl}}^4 + e$$

Để giải phương trình 5 ẩn số là a, b, c, d cho mỗi loại giá trị nhiệt độ SST và chlorophyll-a, chúng tôi sử dụng phương pháp bình phương tối thiểu để tính toán các tham số tối ưu cho các giá trị của ẩn khi số lượng các điểm có các giá trị đo tham số lớn hơn nhiều so với số ẩn của phương trình cần tìm. Kênh phổ B4(0,76–0,89 μm) được sử dụng trong tính toán trường nhiệt và kênh B2(0,53–0,60 μm) được sử dụng trong tính toán hàm lượng Chlorophyll-a.

Kết quả tính toán các hệ số của các hàm hồi quy có được như sau:

$$a = -1,0 \times 10^{-15}; b = 5,0 \times 10^{-11}; c = -7,46 \times 10^{-7}; d = 4,803 \times 10^{-3}; e = -16961,860$$

Tham số tính trường chlorophyll-a tầng mặt khu vực đảo Nam Yết.

$$a = 1,301; b = -4,259; c = 1,003; d = 514,67196; e = -2458097,648$$

Phương pháp nghiên cứu dòng chảy theo số liệu đo cao vệ tinh

Các số liệu được sử dụng trong đề tài được xử lý từ các vệ tinh đo cao từ năm 1991 cho đến nay. Quy trình xử lý và xuất dữ liệu của hệ thống DUACS bao gồm 7 bước chính: Thu thập dữ liệu; tiền xử lý dữ liệu; thực hiện kiểm soát chất lượng và kiểm tra dữ liệu đầu vào; Hiệu chỉnh và hợp nhất các dữ liệu; tạo các sản phẩm dữ liệu theo tuyến đo của vệ tinh; tạo sản

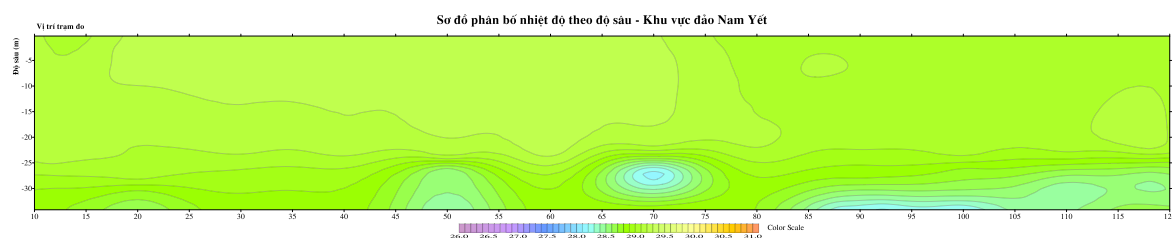
phẩm dữ liệu theo ô lưới của từng vệ tinh hoặc nhiều vệ tinh; thực hiện kiểm tra và kiểm soát chất lượng dữ liệu đầu ra. Trong báo cáo tổng hợp sử dụng các số liệu dòng địa chuyển được xuất ra dưới dạng ô lưới bao gồm từ ngày 1 tháng 1 năm 2014 đến ngày 31 tháng 12 năm 2015 [7–9].

THAM SỐ MÔI TRƯỜNG BIỂN KHU VỰC TRƯỜNG SA

Đặc điểm biến động nhiệt độ theo mặt cắt

Tại khu vực đảo Nam Yết nhiệt độ có xu hướng giảm dần từ mặt xuống đáy. Nhiệt độ chênh lệch ít ở tầng mặt giữa các trạm. Từ mặt xuống đáy nhiệt độ trung bình giảm dần từ 29,166°C ở tầng mặt xuống 28,5°C ở tầng 30 m.

Từ trạm 65 đến trạm 75 ở độ sâu 25–30 m có một điểm dị thường nhiệt độ, nhiệt độ giảm xuống 28°C sau đó lại tăng dần lên 29°C ở độ sâu 30–35 m. Các trạm 10, 15, 20, 25, 30, 35, 40, 45 nhiệt độ biến đổi rất ít theo độ sâu, sự chênh lệch nhiệt độ khoảng 0,3°C từ mặt tới đáy. Các trạm 45, 50, 55, 85, 90, 95, 100, 105, 110, 115, 120 chênh lệch nhiệt độ từ mặt tới đáy 1,2°C. Tháng 5, nhiệt độ mặt biển khu vực đảo Nam Yết khá cao. Nhiệt độ trung bình các tầng chênh lệch nhau không nhiều. Nhiệt độ trung bình tầng mặt là 29,166°C, tầng 10 m là 29,156°C, tầng 20 m là 29,119°C và tầng 30 m là 28,522°C.



Hình 1. Sơ đồ phân bố nhiệt độ theo độ sâu khu vực đảo Nam Yết (5/2015)

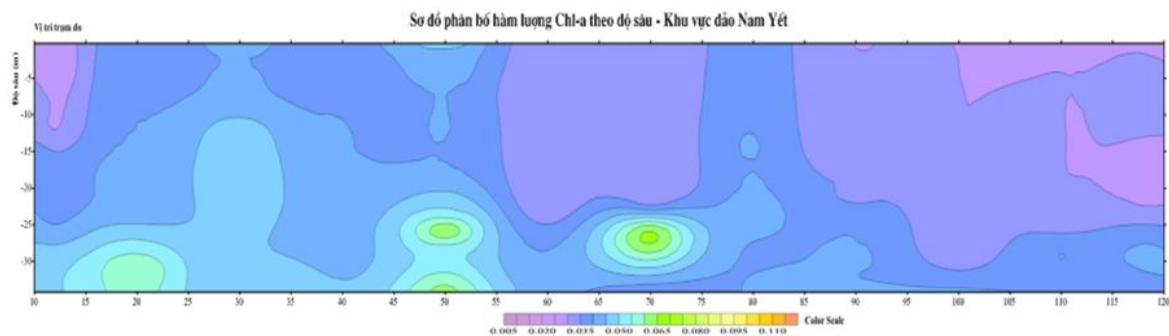
Tại khu vực đảo Nam Yết, nhiệt độ tầng mặt dao động từ 29–29,3°C và có xu thế giảm dần từ mặt xuống đáy cụ thể nhiệt độ trung bình giảm từ 29,2°C ở tầng mặt xuống 28,033°C ở tầng 30 m. Nhiệt độ chênh lệch ít giữa các tầng với nhau.

Đặc điểm biến động Chlorophyll-a theo mặt cắt

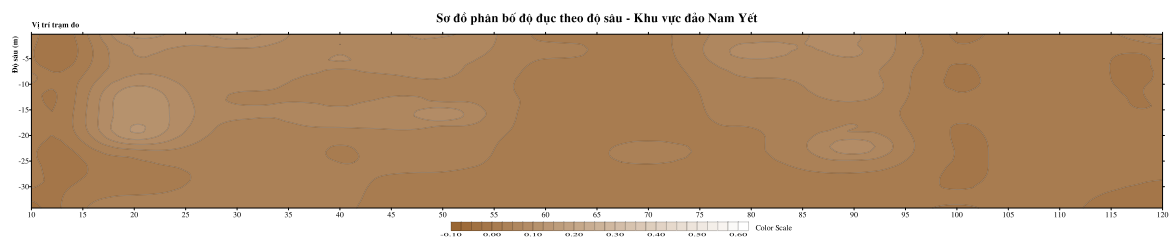
Chlorophyll-a là một trong những thành phần chính của sinh vật sơ cấp trong biển. Sản lượng sơ cấp của biển quyết định năng suất sinh học của biển và là cơ sở của quá trình tạo

thành chất sống ở các bậc cao hơn. Hàm lượng chlorophyll-a khu vực biển đảo Nam Yết theo mặt cắt thẳng 5 tương đối thấp, dao động từ 0,02–0,07 mg/m^3 . Từ mặt xuống độ sâu 35 m hàm lượng chlorophyll-a tăng lên, do thực vật phù du phát triển tốt nhất ở một nhiệt độ thích hợp. Các trạm 15, 20, 25, 30, 35, 40, 45, 50, 55 có hàm lượng chlorophyll-a cao hơn so với các

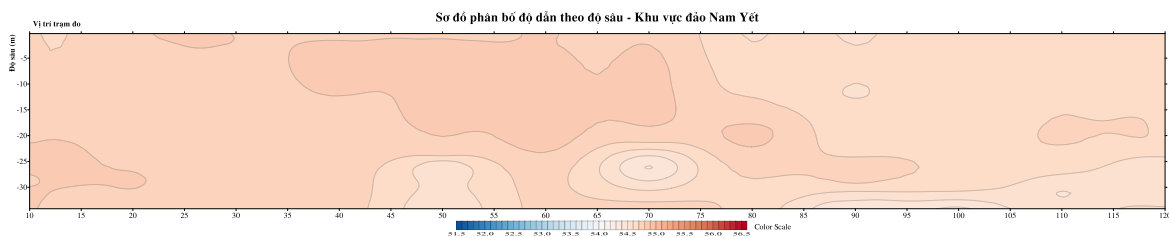
trạm còn lại (0,035–0,06 mg/m^3). Từ mặt tới độ sâu 20 m, hàm lượng chlorophyll-a biến đổi tăng lên đồng đều giữa các trạm. Tại độ sâu 20–25 m, ở trạm 50, 70 hàm lượng chlorophyll-a cao nhất đạt 0,07 mg/m^3 , các trạm 80, 85, 90, 95, 100, 105, 110, 115, 120 hàm lượng chlorophyll-a thấp và tăng lên rất ít từ mặt tới độ sâu 35 m (từ 0,027–0,04 mg/m^3).



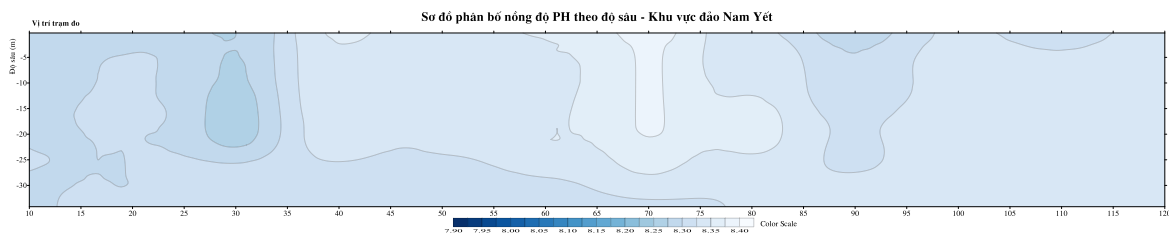
Hình 2. Sơ đồ phân bố hàm lượng Chrolophyll-a khu vực đảo Nam Yết (tháng 5/2018)



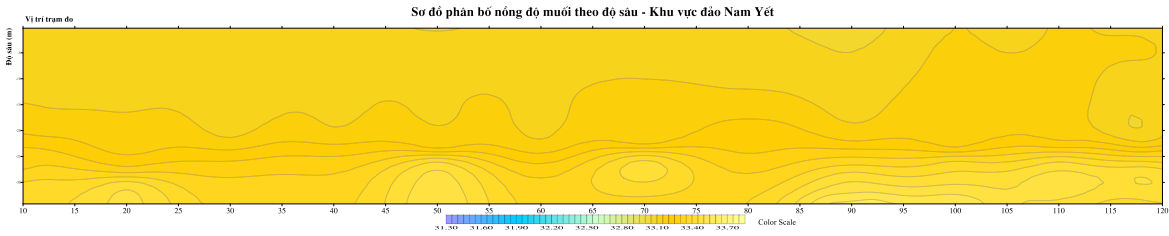
Hình 3. Sơ đồ phân bố độ đục theo độ sâu



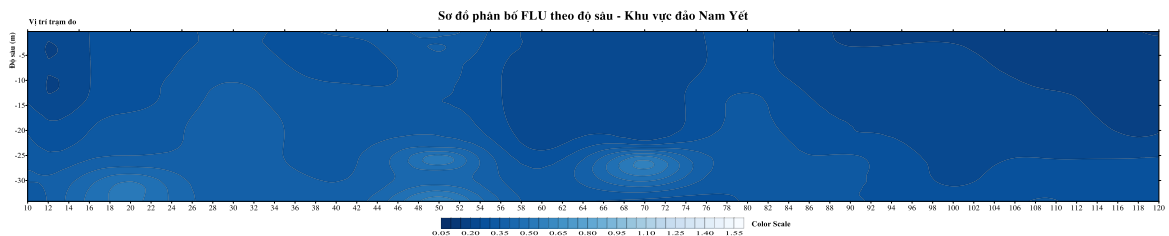
Hình 4. Sơ đồ phân bố độ dẫn theo độ sâu



Hình 5. Sơ đồ phân bố nồng độ PH theo độ sâu



Hình 6. Sơ đồ phân bố nồng độ muối theo độ sâu

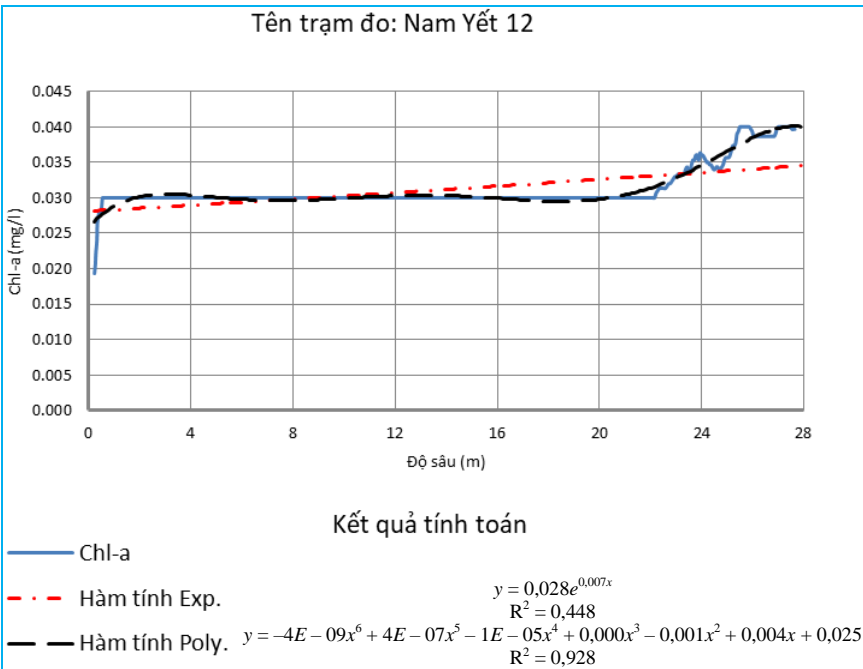


Hình 7. Sơ đồ phân bố FLU theo độ sâu

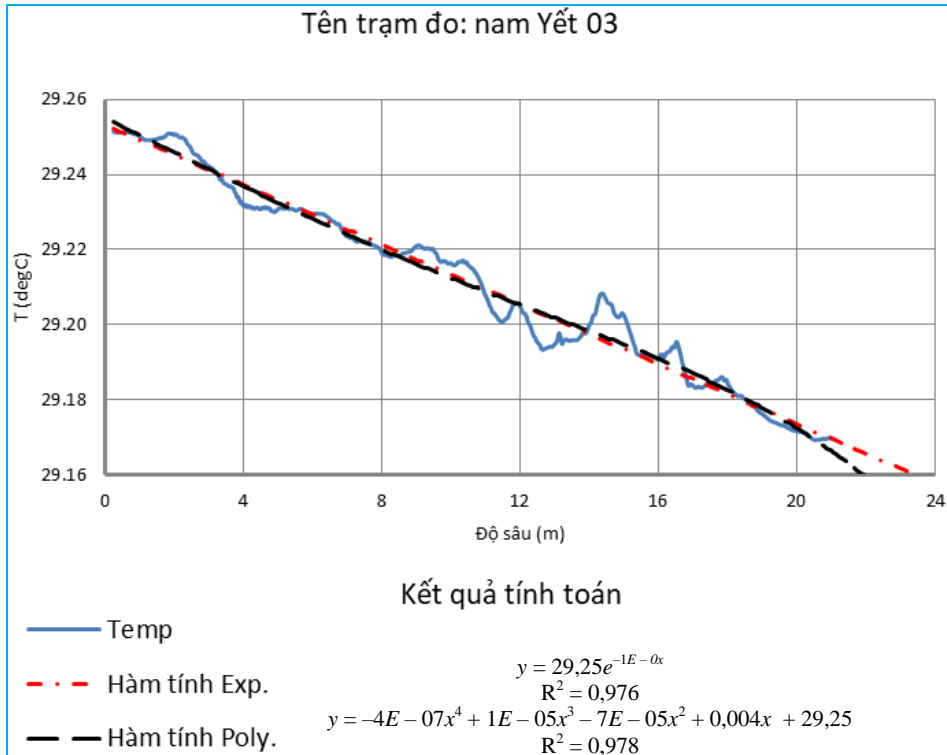
Vùng biển khu vực đảo Sinh Tồn theo mặt cắt có hàm lượng Chlorophyll-a dao động từ 0,02–0,110 mg/m³. Hàm lượng Chlorophyll-a tăng từ mặt xuống đáy. Hàm lượng Chlorophyll-a lớn ở độ sâu 25–35 m. Các trạm 75, 80, 85, 90, 95, 100 có hàm lượng Chlorophyll-a cao hơn so với các trạm còn lại.

Kết quả phân tích xu thế biến động các tham số môi trường biển theo độ sâu

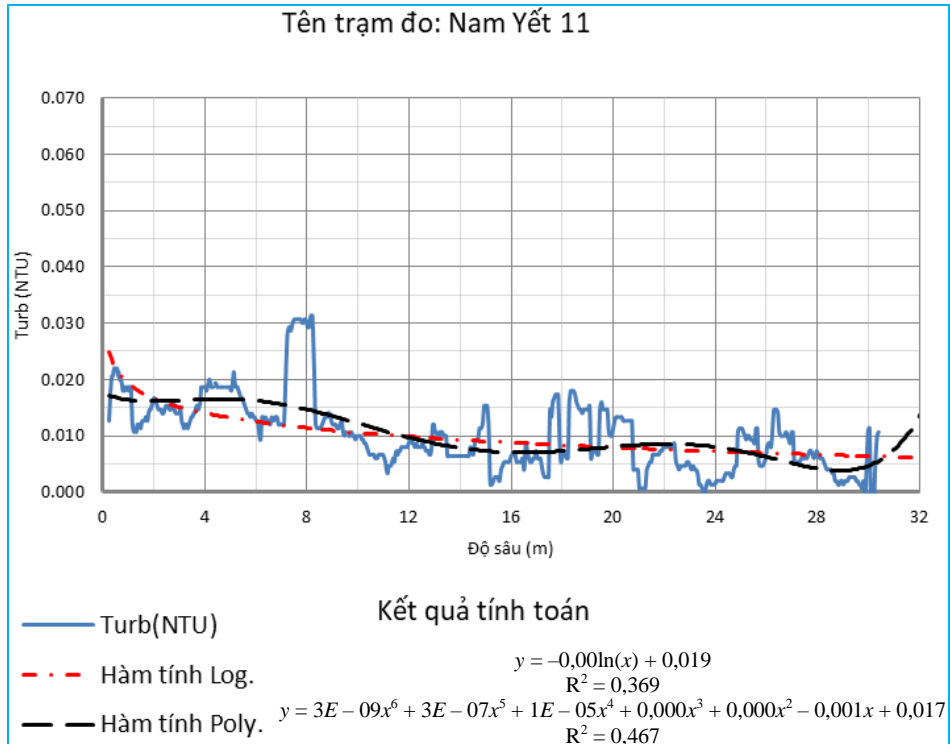
Tại khu vực đảo Nam Yết thuộc Quần đảo Trường Sa chúng tôi tiến hành phân tích xu thế biến đổi của các tham số môi trường theo các hàm hồi quy phi tuyến là hàm mũ, logarit và đa thức bậc cao (hạng tối đa từ 4 đến 6). Sau đây là kết quả của trạm đo tại đảo Nam Yết.



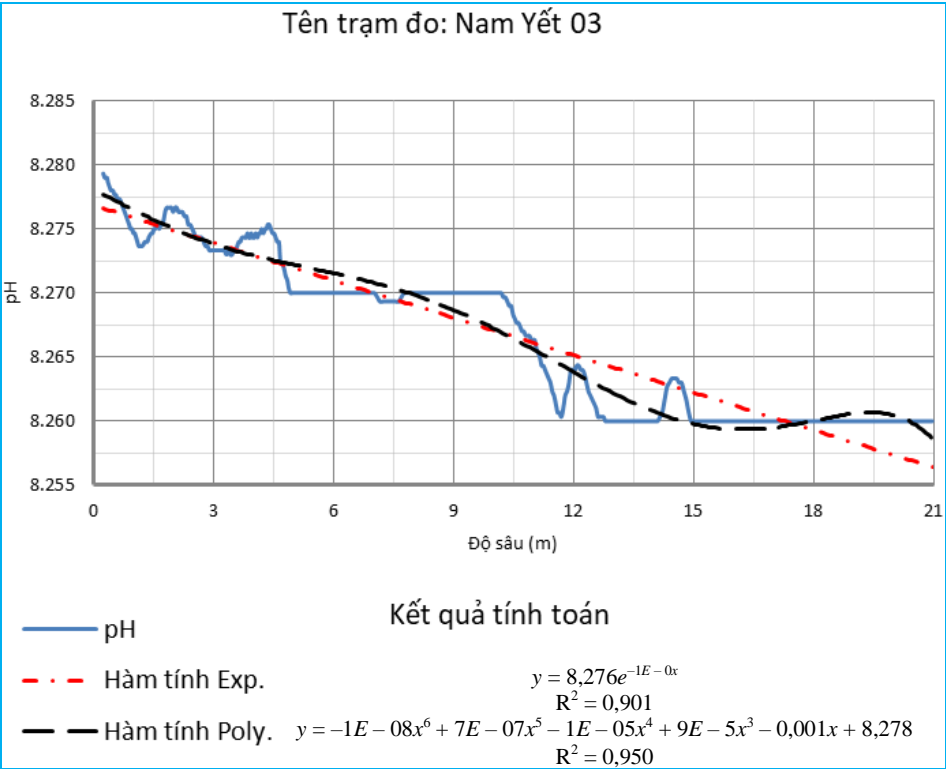
Hình 8. Kết quả tính toán tham số Chlorophyll-a trạm đo Nam Yết 12



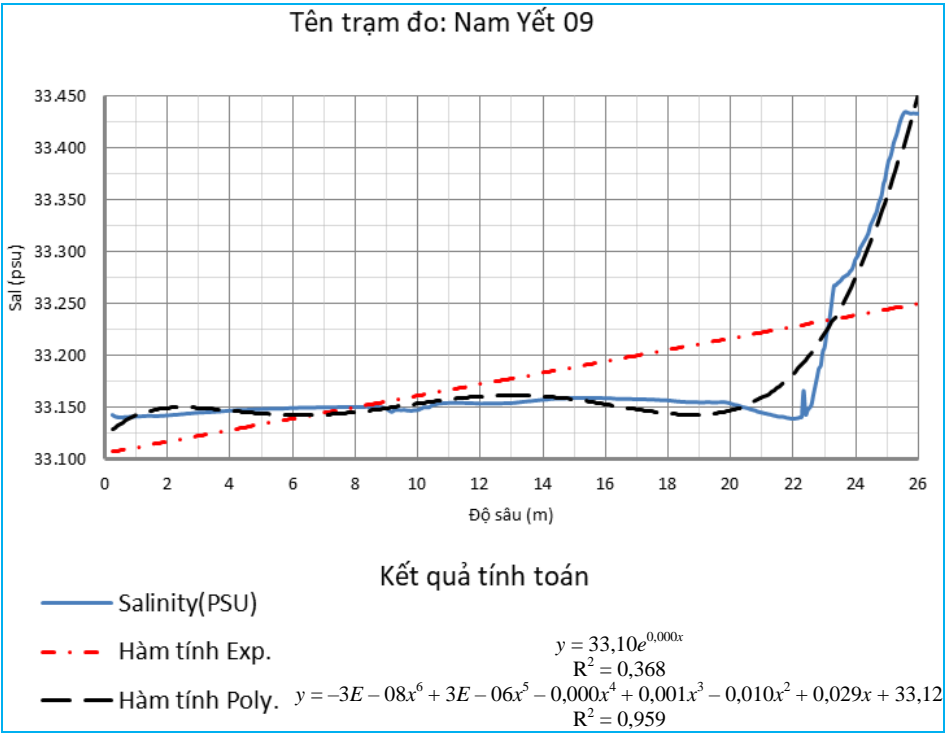
Hình 9. Kết quả tính toán tham số nhiệt độ trạm đo Nam Yết 03



Hình 10. Kết quả tính toán tham số độ đục trạm đo Nam Yết 11



Hình 11. Kết quả tính toán tham số độ pH khu vực đảo Nam Yết 03



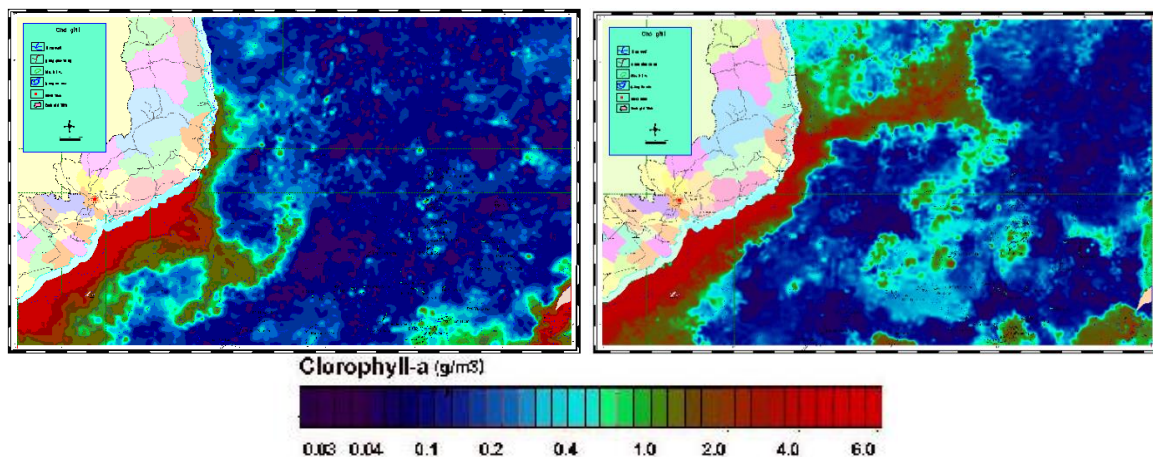
Hình 12. Kết quả tính toán tham số độ mặn khu vực đảo Nam Yết 09

KẾT QUẢ TÍNH TOÁN THAM SỐ MÔI TRƯỜNG BIỂN THEO TƯ LIỆU VIỄN THÁM

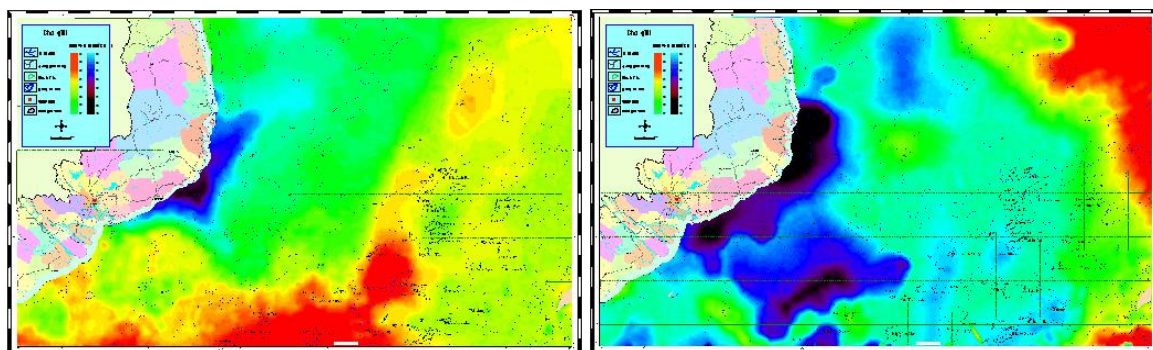
Đặc điểm nhiệt độ tầng mặt SST và Chlorophyll-a khu vực Trường Sa và lân cận

Kết quả tính toán hàm lượng Chlorophyll-a trung bình tháng 6 và tháng 9 năm 2018 được mô tả lần lượt trong hình 13.

Kết quả nghiên cứu cho thấy sự xuất hiện nước trời trong năm bắt đầu từ tháng 6 và xuất hiện rõ nét nhất vào tháng 8. Từ sau tháng 9, các vùng nước trời không còn rõ rệt nữa. Khi xuất hiện nước trời, nhiệt độ ở khu vực trung tâm vùng nhỏ và hàm lượng Chlorophyll-a tương đối cao (hình 14)



Hình 13. Hàm lượng Chlorophyll-a vào 6 và tháng 9 năm 2018



Hình 14. Phân bố nhiệt độ mặt biển (SST) trung bình tháng 6 và tháng 9 năm 2018

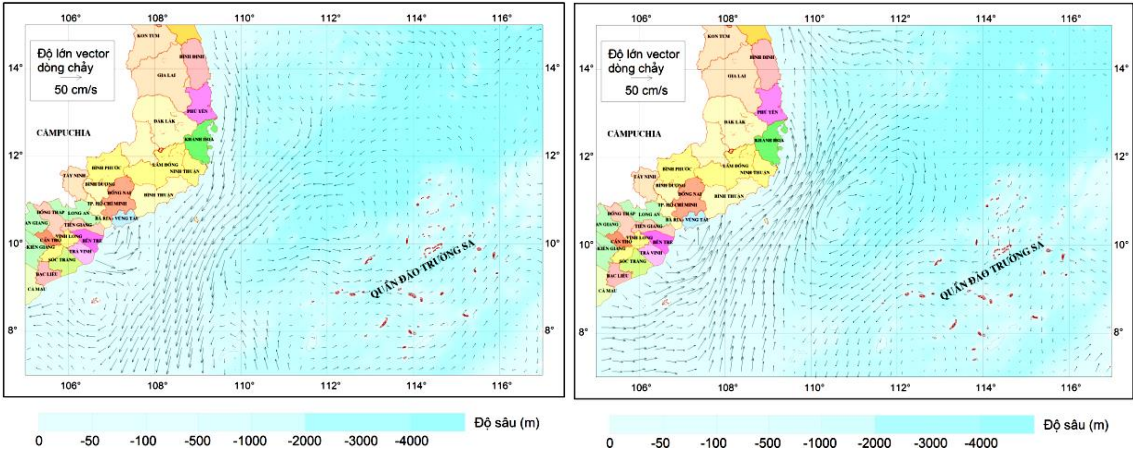
Đặc điểm dòng chảy tầng mặt khu vực Trường Sa và lân cận

Trường dòng chảy của một thủy vực biển là kết quả của nhiều lực tác động lên toàn bộ khối nước biển như gió, thủy triều, lực nổi, lực hấp dẫn và lực Coriolis (do sự quay của trái đất). Ngoài ra, trường dòng chảy còn phụ thuộc rất lớn vào các điều kiện địa hình và khả năng trao đổi nước với các thủy vực kề cận. Lực hấp dẫn của Trái đất đóng vai trò làm di chuyển nước từ các vùng có mực nước cao

hơn đến các vùng có mực nước thấp hơn (do chênh lệch áp suất). Khi thành phần này của dòng chảy gây ra bởi áp suất cân bằng với thành phần dòng chảy gây ra bởi sự quay của Trái đất (lực Coriolis), dòng chảy trong điều kiện này được gọi là dòng chảy địa chuyển [7, 9]. Trong các vùng biển sâu như Biển Đông, phần lớn dòng chảy mặt thường là trong điều kiện cân bằng địa chuyển và có thể được tính bằng những thay đổi đã biết của độ cao bề mặt biển và vị trí của điểm cần tính [7, 10].

Trường dòng chảy địa chuyển trung bình mùa và trung bình tháng cho hai năm (2014 và 2015) trên vùng biển quần đảo Trường Sa và lân cận. Nhìn chung, trường dòng chảy mặt trên khu vực nghiên cứu có sự biến động mạnh theo cả không gian và thời gian với sự xuất hiện của các xoáy quy mô lớn và quy mô vừa. Đặc điểm chính của trường dòng chảy là sự đối nghịch của hệ thống dòng chảy mùa đông với một xoáy thuận quy mô lớn và hệ thống dòng chảy mùa hè với một xoáy nghịch quy mô lớn bao phủ toàn bộ khu vực quần đảo Trường Sa và lân cận. Tương tự như kết quả

của Đinh Văn Ưu và nnk., (2009) [4], đặc điểm cơ bản nhất của dòng chảy mặt trong mùa này là sự hiện diện của một xoáy thuận quy mô lớn bao trùm toàn bộ vùng biển quần đảo Trường Sa và lân cận. Vùng quần đảo Trường Sa nằm ở rìa đông nam của xoáy thuận này nên dòng chảy chủ yếu theo hướng đông bắc và chuyển dần thành hướng bắc với vận tốc cực đại khoảng 20 cm/s. Trên phần biển ven bờ miền Trung cho đến ngoài khơi Đông Nam Việt Nam, dòng chảy chủ yếu có hướng nam với vận tốc trung bình đạt tới hơn 50 cm/s.

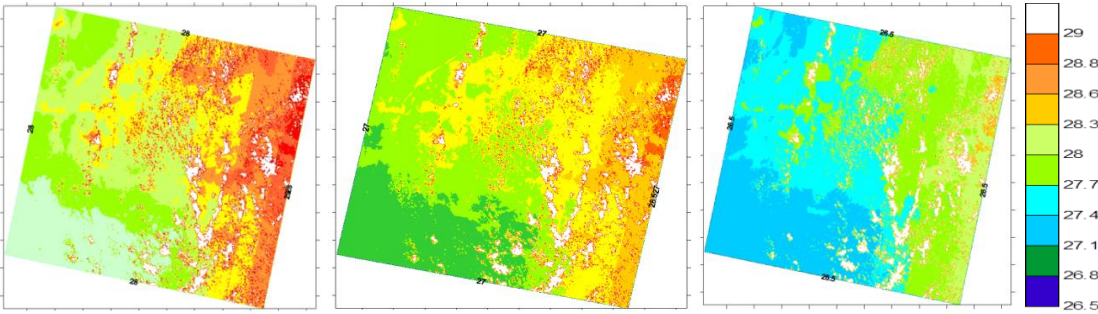


Hình 15. Sơ đồ dòng chảy trung bình mùa đông và mùa hè [8]

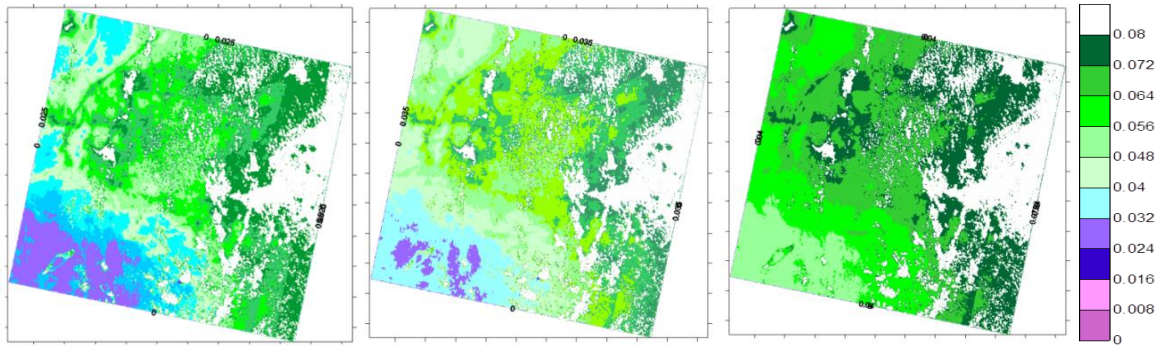
Phía đông quần đảo Trường Sa xuất hiện một xoáy thuận và một xoáy nghịch giáp với vùng ven bờ Philippines. Trong khi đó một xoáy nghịch cực bộ xuất hiện tại vùng biển ven bờ Đông Nam Việt Nam. Ngược với trường dòng chảy mùa đông, trường dòng chảy mùa hè nổi bật với sự hiện diện của một

xoáy nghịch quy mô lớn bao trùm gần hết khu vực nghiên cứu, với tâm nằm lệch về phía tây ngoài khơi Nam Trung Bộ Việt Nam [8].

Đặc điểm phân bố nhiệt độ theo độ sâu khu vực đảo Nam Yết



Hình 16. Sơ đồ phân bố nhiệt độ tầng mặt (SST), tầng 20 m, tầng 40 m khu vực đảo Nam Yết bằng ảnh vệ tinh VNREDSAT-1



Hình 17. Sơ đồ phân bố Chlorophyll-a tầng mặt, tầng 20 m, tầng 40 m khu vực đảo Nam Yết bằng ảnh vệ tinh VNREDSAT-1

Tháng 5 năm 2015 nhiệt độ nước biển tại khu vực đảo Nam Yết biến đổi trong khoảng từ 28–29,2°C, hàm lượng Chlorophyll-a trong nước biển tại khu vực đảo Nam Yết biến đổi trong khoảng từ 0,02–0,07 mg/m³. Bức tranh phân bố và biến động của nhiệt độ có đặc điểm là giảm từ mặt xuống đáy, giảm từ bờ ra khơi. Càng xuống sâu nhiệt độ ổn định hơn. Biến động của hàm lượng Chlorophyll-a có đặc điểm là tăng từ mặt xuống tầng 40 m, giảm từ bờ ra khơi. Số liệu quan trắc thực tế và số liệu từ ảnh vệ tinh có sự tương đồng rất cao. Quan trắc nhiệt độ nước biển bằng phương pháp ảnh vệ tinh nhanh chóng hơn, với độ chính xác cao. Thuận lợi cho việc nghiên cứu ở các vùng biển rộng lớn mà chúng ta rất khó khăn trong việc quan trắc.

KẾT LUẬN

Các bản đồ trường nhiệt SST và Chlorophyll-a cho thấy mức độ chi tiết của kết quả nghiên cứu. Các dị thường SST và Chlorophyll-a được thể hiện rõ nét hơn rất nhiều so với các nguồn tư liệu MODAS. Kết quả tính toán có độ chính xác cao với độ phân giải 1 km × 1 km, đây là các số liệu quan trọng trong nghiên cứu môi trường biển. Trong khuôn khổ của bài báo, chúng tôi lựa chọn 2 tháng để thể hiện kết quả tính toán, đó là tháng 6, 9 trong năm. Trên bản đồ phân bố trường nhiệt SST và Chlorophyll-a, có thể thấy rõ sự hình thành và hướng biến động của vùng nước trôi khu vực Nam Trung Bộ.

Đặc trưng dòng chảy tại khu vực Trường Sa thể hiện chế độ mùa rõ rệt với sự hiện diện của hai xoáy hoàn lưu quy mô lớn ngược chiều

nhau trong hai mùa, đặc biệt được thể hiện rõ trên tầng mặt và tầng 50 m. Tuy nhiên do tương tác giữa các nhân tố tác động như gió, mật độ, địa hình cũng như hiện tượng trao đổi nước với Thái Bình Dương và các biển kề cận đã hình thành nên các cấu trúc hoàn lưu dạng xoáy có quy mô khác nhau. Động lực của quá trình vận chuyển bùn cát là dòng chảy. Cơ chế vận động bùn cát biến động mạnh theo không gian và thời gian và phụ thuộc chặt chẽ vào hai mùa gió chính Đông Bắc và Tây Nam, dao động ngày đêm của thủy triều và hình thái địa hình. Ở khu vực nghiên cứu sự vận chuyển sa bồi dọc bờ chủ yếu do dòng sóng và dòng triều quyết định.

Tính toán các tham số môi trường biển sử dụng tư liệu ảnh vệ tinh cho thấy các ưu điểm của phương pháp này. Tuy nhiên, các tham số ảnh hưởng đến màu đại dương cũng như vật lý biển được hiệu chỉnh thông qua số lượng lớn số liệu thực tế và tư liệu ảnh vệ tinh. Do thành phần môi trường nước không đồng nhất, nên màu đại dương tương ứng với các dải quang khác nhau sẽ khác nhau. Các yếu tố tạo nên sự bất đồng nhất có thể kể đến như diệp lục, vật chất trôi nổi, vật chất hữu cơ hoà tan, vật chất ô nhiễm, độ sâu đáy biển và nhiều yếu tố khác; các tham số về môi trường như độ bằng phẳng mặt biển, sóng, nhiệt độ, độ muối, khí tượng biển cũng có những ảnh hưởng đáng kể; ngoài ra các phương thức quan trắc, thời điểm quan trắc, thiết bị quan trắc... cũng tạo nên nhiều sự khác biệt. Vì vậy cần cải tiến phương pháp xử lý cũng như lựa chọn tham số để có thể thu được kết quả phân tích có độ chính xác ngày càng cao.

Lời cảm ơn: Bài báo đã được hoàn thành dưới sự trợ giúp của đề tài thuộc Chương trình Khoa học và Công nghệ cấp Quốc gia về Công nghệ vũ trụ 2016–2020, mã số đề tài: VT-UD.04/17–20.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1] Albright Theme, 2009. Atmospheric Radiation and Radiometric Calibration for Remote Sensing Image. *New York*.
- [2] Đỗ Huy Cường và nnk., 2010. Hiệu chỉnh quang phổ ảnh viễn thám theo số liệu tổng xạ. *Tuyển tập công trình nghiên cứu địa chất và địa vật lý biển, Hà Nội*.
- [3] Charles John, 2008. Remote Sensing Images for Earth Resources and Ocean Color. *Remote Sensing Information Centre. New York*.
- [4] Đỗ Huy Cường và nnk., 2012. Hiệu chỉnh phổ bức xạ trong phân tích SST và Chlorophyll-a. *Tuyển tập các công trình nghiên cứu địa chất và địa vật lý biển, Hà Nội*.
- [5] Đỗ Huy Cường, 2001. Các đặc trưng phân bố trường nhiệt độ bề mặt nước biển theo mùa phân tích từ ảnh viễn thám đa phổ. *Tuyển tập báo cáo, hội nghị khoa học quốc tế về ứng dụng ảnh vệ tinh trong nghiên cứu biển- ICASOR, Bắc Kinh, Trung Quốc*. Tr. 357–369.
- [6] Đỗ Huy Cường, 2002. Nghiên cứu các đặc trưng màu đại dương (Ocean color) trên cơ sở xử lý ảnh vệ tinh SeaWiFS. *Tuyển tập báo cáo, hội nghị quốc tế về ứng dụng viễn thám biển trong nghiên cứu màu đại dương, ICASOC, Hải Nam Trung Quốc*. Tr. 78–91.
- [7] Morimoto, A., Yoshimoto, K., and Yanagi, T., 2000. Characteristics of sea surface circulation and eddy field in the South China Sea revealed by satellite altimetric data. *Journal of Oceanography*, 56(3), 331–344.
- [8] Nguyễn Hồng Lân và Vũ Hải Đăng, 2012. Tính toán các đặc trưng dòng chảy bề mặt tại biển Đông theo số liệu độ cao từ rada vệ tinh. *Tạp chí Khoa học và Công nghệ biển*, 12(4A), 179–188.
- [9] SSALTO/DUACS User Handbook: (M)SLA and (M)ADT Near-Real Time and Delayed Time products Reference: CLS-DOS-NT-06-034. Nomenclature: SALP-MU-P-EA-21065-CLS. Issue: 2rev 9 Date: 2012/02/06.
- [10] Dinh Van Uu, 1998. Seasonal Variability of the Circulation and Thermo-haline Structure of the Bien Dong (South China) Sea in the condition of Reversing Monsoon: Preliminary Result of a Three-dimensional Model for it Analysis and Simulation. *Proceeding of The IV International Scientific Symposium, UNESCO/IOC/WESTPAC, Okinawoa*, pp. 100–109.